

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

# 51 Priority  
Hawkins  
5/29/02

JC997 U.S. PTO  
10/055640  
01/22/02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。  
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office

出願年月日  
Date of Application:

2001年 1月25日

出願番号  
Application Number:

特願2001-017559

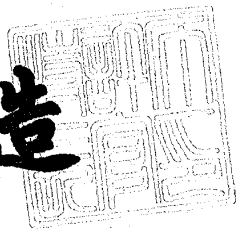
出願人  
Applicant(s):

松下電器産業株式会社

2001年11月 2日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3097567

【書類名】 特許願  
 【整理番号】 R4881  
 【提出日】 平成13年 1月25日  
 【あて先】 特許庁長官 殿  
 【国際特許分類】 H01L 41/22  
 H01L 41/24  
 H04R 17/00

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 白石 誠吾

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 ▲高▼原 範久

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 井垣 恵美子

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 永原 英知

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 松下通信工業株式会社内

【氏名】 斉藤 孝悦

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100095555

【弁理士】

【氏名又は名称】 池内 寛幸

【電話番号】 06-6361-9334

【選任した代理人】

【識別番号】 100076576

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐藤 公博

【選任した代理人】

【識別番号】 100107641

【弁理士】

【氏名又は名称】 鎌田 耕一

【選任した代理人】

【識別番号】 100110397

【弁理士】

【氏名又は名称】 帋丘 圭司

【選任した代理人】

【識別番号】 100115255

【弁理士】

【氏名又は名称】 辻丸 光一郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100115152

【弁理士】

【氏名又は名称】 黒田 茂

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012162

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0004605

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 複合圧電体と超音波診断装置用超音波探触子及び複合圧電体の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 樹脂層の一表面に細線状焼結圧電体が複数本一定の方向に配列した複合シートの前記各細線状焼結圧電体が前記樹脂層の間になるように複数枚積層されかつ一体化され、前記細線状焼結圧電体の長さ方向と直行する方向に切断されていることを特徴とする複合圧電体。

【請求項 2】 前記各細線状焼結圧電体の 1 本の大きさが、平均直径または一辺が  $10 \sim 500 \mu\text{m}$  の範囲であり、長さが  $1 \sim 30 \text{ mm}$  の範囲である請求項 1 に記載の複合圧電体。

【請求項 3】 樹脂層の一表面に配列している細線状焼結圧電体の数が  $10 \sim 500$  本の範囲である請求項 1 または 2 に記載の複合圧電体。

【請求項 4】 積層されている樹脂層が、 $20 \sim 1000$  枚の範囲である請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の複合圧電体。

【請求項 5】 複合圧電体の中に一定の方向に配列している細線状焼結圧電体の本数が、 $200 \sim 500,000$  本の範囲である請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の複合圧電体。

【請求項 6】 切断面がさらに研磨されている請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の複合圧電体。

【請求項 7】 請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の複合圧電体を用いたことを特徴とする超音波診断装置用超音波探触子。

【請求項 8】 (a) 複数の溝を有する成形基材を準備し、

(b) 前記溝に圧電粉体とバインダーとを含むペーストを塗布した後、乾燥し、加熱して、塗布膜からバインダーを除去し、

(c) さらに高温に加熱して前記圧電粉体を焼結させ細線状焼結圧電体に形成し、

(d) 前記細線状焼結体に樹脂層を接着させて、前記成形基材から前記細線状焼結圧電体を剥離して、前記樹脂層の一表面に前記細線状焼結圧電体が複数本一定

の方向に配列した複合シートを形成し、

(e) 複数枚の前記複合シートを前記各細線状焼結圧電体が前記樹脂層の間になるように積層し、

(f) 積層した複数枚の前記複合シートを一体化することを特徴とする複合圧電体の製造方法。

【請求項 9】 複数の溝を有する成形基材の溝の表面に保護層を形成した請求項 8 に記載の複合圧電体の製造方法。

【請求項 10】 複数の溝を有する成形基材の溝以外の表面に剥離層を形成した請求項 8 または 9 に記載の複合圧電体の製造方法。

【請求項 11】 前記基材に担持された前記細線状焼結体に樹脂層を接着させる際、前記樹脂層として樹脂シートを用いる請求項 8 ～ 11 のいずれかに記載の複合圧電体の製造方法。

【請求項 12】 前記基材に担持された前記細線状焼結体に樹脂層を接着させる際、前記樹脂層として樹脂材料を塗布することで形成された樹脂塗布層を用いる請求項 8 ～ 11 のいずれかに記載の複合圧電体の製造方法。

【請求項 13】 前記基材に担持された前記細線状焼結体に樹脂層を接着させる際、前記樹脂層として用いる前記樹脂シートの表面の少なくとも一部に接着層を形成した請求項 8 ～ 12 のいずれかに記載の複合圧電体の製造方法。

【請求項 14】 複合シートを積層する前に、前記複合シート中の樹脂層の少なくとも一部に接着層を形成する請求項 8 ～ 13 のいずれかに記載の複合圧電体の製造方法。

【請求項 15】 複数枚の前記複合シートを一体化させる工程において、一体化させる方法が熱圧着による方法である請求項 8 ～ 14 のいずれかに記載の複合圧電体の製造方法。

【請求項 16】 複数枚の前記複合シートを一体化させる方法が、個々の複合シート間に樹脂を含浸させ硬化させる方法である請求項 8 ～ 15 のいずれかに記載の複合圧電体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は微細な構造を有するセラミックス構造体を有する複合圧電体と超音波診断装置用超音波探触子及び複合圧電体の製造方法に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

現在、医療用超音波診断装置に用いられる超音波深触子には、高分解能化および広帯域化等を目的とし、その超音波送受信部である圧電セラミックスを、圧電セラミックスと有機高分子とから成る複合圧電体に置き換える試みが行われてきている。さらにこの複合圧電体の中でも、特に図12に示したように円柱や角柱の形状をもつ圧電セラミックス31を多数、有機高分子41のマトリクス中に配置させた構造の圧電体(以下「1-3型複合圧電体」という。)が、原理的な意味から有用性が指摘され、着目されその製造が試みられてきている。これらの1-3型複合圧電体に関する従来技術については、例えば「超音波便覧」(超音波便覧編集委員会編、丸善、平成11年8月30日発行) p.129-133等に提案されている。

## 【0003】

古くからその有用性が指摘されてきた前記1-3型複合圧電体ではあるが、現在まで実際の超音波診断装置用の超音波深触子として商品化されている例は多くない。その主な理由として、(1)求められている構造が極めて微細で、その製造が困難であるというのと、(2)製造が可能であっても、高い製造コストを必要とする点との2点を挙げることができる。

## 【0004】

超音波診断装置に用いる複合圧電体として求められている理想的な形状の内、圧電セラミックスの径と配置間隔は、使用する周波数と複合圧電体としての音響インピーダンスから、それぞれ約20~100 $\mu$ mと言われている。一方、柱状の圧電セラミックスの径と長さとの比(長さ/径、以下「アスペクト比」という。)を約6としたときに送受信効率が最もよいという理論解析から、複合圧電体中の圧電セラミックスの長さは、120~600 $\mu$ mが求められている。以上総合すると、数十 $\mu$ m程度の径を持ち、アスペクト比が6前後の細線状の微細な圧

電セラミックスを、有機高分子のマトリクス中に、数十 $\mu\text{m}$ 間隔をもって多数配置した極めて微細な構造をもつ複合圧電体が求められている。

## 【0005】

複合圧電体の製造方法に関する従来の先行技術例としては、例えば特許1789409号公報には、圧電セラミックスブロックを材料とし、機械加工により切断溝を複数形成し、前記切断溝に樹脂を含浸硬化させることで、1-3型複合圧電体を製造する方法が提案されている。前記公報は特に切断溝を形成する際、圧電セラミックスが欠けやすい課題に対し、その対策として提案されたものであるが、この公知例による方法をもってしても、前述のような形状をもつセラミックス構造体を、現在の機械加工による切断技術で形成することは困難であった。また仮に機械加工による切断溝の形成による複合圧電体の製造が可能であったとしても、製造する複合圧電体の構造が微細になるのに伴い、加工する切断溝の数も必然的かつ飛躍的に増え、製造コストの増加を避けることができない。

## 【0006】

また特公平5-33836号公報では、切断技術に代わって、レーザー加工による製造方法が提案されている。この公知例では、レーザー光線を走査させ圧電セラミックスに直交する二方向の平行な切り込みを形成し、微細構造を有す圧電セラミックス構造体を作り、同様に後から空間に樹脂を含浸硬化する方法が述べられている。しかしながら、この方法を採用しても、同様に構造が微細化するに伴い、加工回数が増え、製造コストが増加するという課題があった。

## 【0007】

また前述のような切断やレーザー加工といった機械加工による製造方法が困難なことから、機械加工を行わない方法として、求める構造を反転させた形状をもった型を用意し、この型を用いて求める構造の圧電セラミックス焼結体を作り、同様に空間部分に後から樹脂を含浸硬化させる方法が複数提案されている。

## 【0008】

例えば前記型を樹脂で形成し、この樹脂型にセラミックススラリーを充填させ、まず樹脂型を焼き飛ばすことでセラミックス粉体のみの構造物をつくり、さらにその後セラミックス粉体を焼結させることで、微細構造を有す圧電セラミック



ス焼結構造体を得て、最後に空間部分に樹脂を含浸硬化させることで複合圧電体を得る方法が提案されている。

## 【0009】

しかしながら、樹脂型を焼結前のセラミックス粉体部分のみを残し、焼き飛ばすことは容易なことでない。樹脂型を焼き飛ばす際、樹脂が流動して焼結前のセラミックス粉体構造体を壊してしまうからである。さらには前述のような構造体の微細化が進むに伴い、樹脂型を焼き飛ばすことの困難さは増大する。

## 【0010】

そこで焼結前のセラミックス粉体構造を壊さずに樹脂型のみをうまく消失させる方法として、例えば特許第2924664号公報では、真空中での加熱、レーザアブレーション法、プラズマエッチング、および低粘性溶媒の利用が提案されている。しかしながらいずれの方法も、樹脂型を消失させるには、複雑なプロセスと長い時間を必要とし、そのことに起因した製造コストの増加は避けられないものであった。

## 【0011】

さらに焼結前のセラミックス粉体構造体を壊すことなく、樹脂型だけを消失させる方法が困難であることから、それを回避する目的で例えば特開平11-274592号公報においては、セラミックスの焼結時には消失しないシリコン基材で型を作り、セラミックス構造体を焼結後、後に型部分のみを除去する方法が提案されている。より詳しくは、シリコン基材にイオンエッチング法により微細な穴を複数形成し、その穴に圧電粉体とバインダーとから成るスラリーを塗布し、乾燥、バインダー除去し、保護用セラミックス粉体で包み込み、加圧焼成し、焼成後保護用セラミックス粉体を除去し、最後にエッチング法によりシリコン基材を消去する方法が提案されている。すなわち求める構造を反転させた形状をもった型を、セラミックスを焼結する温度で焼失しない基材でつくり、型内部のセラミックス粉体構造体を焼成させた後、最後に型をエッチングにより除去する方法である。しかしながら、この製造方法は、工程が複雑であり、またエッチング法による穿孔やシリコン基材の消去には長時間を必要とする。また用いられる製造装置も高価である。

## 【0012】

また、樹脂型を用いる方法でも、またシリコン基材を用いるいずれの方法でも、求める構造を反転させた構造である型を用いる方法では、型が最終的に何らかの方法で消去する必要があり、型を製造するためのコスト、および型自体の材料コストが、最終製品である複合圧電体の製造コストを引き上げる結果となっていた。

## 【0013】

また別な方法として、文献ワラス アルデン スミス (Wallace Arden Smith) 著、「ザ ロール オブ ピエゾコンポジット イン ウルトラソニック トランスジューサ (The Role of Piezocomposites in Ultrasonic Transducers)」, プロシーディング オブ ザ 1989 アイイーイーイー ウルトラソニック シンポジウム (Proceedings of the 1989 IEEE Ultrasonics Symposium, pp.755-766, 1989) では、事前にロッド状の圧電セラミックス焼結体を複数用意し、後からこれらを配置一体化させることで複合圧電体を製造する方法も開示されている。しかしながら、この方法では、構造体の微細化が進むに伴いロッド状の焼結体は微細なものとなり、さらにこの微細な焼結体を後から、所望の形状に配置一体化させることは極めて困難となる。

## 【0014】

以上今までに提案、試されている従来の技術では、現在求められている微細構造の複合圧電体の製造は困難であるか、もしくは実現できても高い製造コストを必要とするものであった。

## 【0015】

## 【発明が解決しようとする課題】

本発明は、前記従来の問題を解決するため、微細な構造を持つ信頼性の高い複合圧電体を低いコストで提供すること、及びこの複合圧電体を用いた高性能かつ安価な超音波診断装置用超音波探触子を提供することを目的とする。

## 【0016】

## 【発明を解決するための手段】

前記目的を達成するため本発明の複合圧電体は、樹脂層の一表面に細線状焼結

圧電体が複数本一定の方向に配列した複合シートの前記各細線状焼結圧電体の前記樹脂層の間になるように複数枚積層されかつ一体化され、前記細線状焼結圧電体の長さ方向と直行する方向に切断されていることを特徴とする。

【0017】

また本発明の超音波診断装置用超音波探触子は、前記本発明の複合圧電体を用いたことを特徴とする。

【0018】

次に本発明の複合圧電体の製造方法は、

- (a) 複数の溝を有する成形基材を準備し、
- (b) 前記溝に圧電粉体とバインダーとを含むペーストを塗布した後、乾燥し、加熱して、塗布膜からバインダーを除去し、
- (c) さらに高温に加熱して前記圧電粉体を焼結させ細線状焼結圧電体に形成し、
- (d) 前記細線状焼結体に樹脂層を接着させて、前記成形基材から前記細線状焼結圧電体を剥離して、前記樹脂層の一表面に前記細線状焼結圧電体が複数本一定の方向に配列した複合シートを形成し、
- (e) 複数枚の前記複合シートを前記各細線状焼結圧電体の前記樹脂層の間になるように積層し、
- (f) 積層した複数枚の前記複合シートを一体化することを特徴とする。

【0019】

【発明の実施の形態】

本発明の複合圧電体においては、前記各細線状焼結圧電体の1本の大きさが、平均直径または一辺が10～500 $\mu$ mの範囲であり、長さが1～30mmの範囲であることが好ましい。

【0020】

また、樹脂層の一表面に配列している細線状焼結圧電体の数が10～500本の範囲であることが好ましい。

【0021】

また、積層されている樹脂層が、20～1000枚の範囲であることが好ましい。

【0022】

また、複合圧電体の中に一定の方向に配列している細線状焼結圧電体の本数が、200～500,000本の範囲であることが好ましい。

【0023】

また、切断面がさらに研磨されていることが好ましい。

【0024】

次に、本発明方法においては、複数の溝を有する成形基材の溝の表面に保護層を形成したことが好ましい。

【0025】

また、複数の溝を有する成形基材の溝以外の表面に剥離層を形成したことが好ましい。

【0026】

また、前記基材に担持された前記細線状焼結体に樹脂層を接着させる際、前記樹脂層として樹脂シートを用いることが好ましい。

【0027】

また、前記基材に担持された前記細線状焼結体に樹脂層を接着させる際、前記樹脂層として樹脂材料を塗布することで形成された樹脂塗布層を用いることが好ましい。

【0028】

また、前記基材に担持された前記細線状焼結体に樹脂層を接着させる際、前記樹脂層として用いる前記樹脂シートの表面の少なくとも一部に接着層を形成したことが好ましい。

【0029】

また、複合シートを積層する前に、前記複合シート中の樹脂層の少なくとも一部に接着層を形成することが好ましい。

【0030】

また、複数枚の前記複合シートを一体化させる工程において、一体化させる方

法が熱圧着による方法であることが好ましい。

#### 【0031】

また、複数枚の前記複合シートを一体化させる方法が、個々の複合シート間に樹脂を含浸させ硬化させる方法であることが好ましい。

#### 【0032】

##### （実施の形態1）

以下、本発明の実施の形態1について、図1から図7を用い、各工程ごとに詳細に説明する

##### （1）複数の溝を具備した基材を準備する工程

複数の溝を具備した基材を準備する工程として図1（a）の斜視模式図および図1（b）の断面模式図に示したように、機械加工によって複数本の溝11を形成した基材1を準備した。特に限定されるものではないが、基材1を構成する材料は後の工程において、基材上で圧電材料を焼結することから、1300℃程度の耐熱性を有し、かつ焼結させる圧電材料との反応性が著しく高くないものが好ましい。圧電材料と著しく反応する材料の場合、焼結に際し材料が基材中に拡散し、細線状焼結体を得ることができないからである。好ましい例としては、酸化マグネシウム、ジルコニア、アルミナ等のセラミック材料やシリコン等を用いることができる。本実施例では30mm角、厚み7mmの純度99%以上の酸化マグネシウム板（ニッカトー社製、材料品番MG-13）を用いた。

#### 【0033】

また図1は本工程を模式的に示したものであり、溝の数、断面形状、長さ等は目的とする複合圧電体の形状に合わせ、任意に調整できる。例えば、溝の形状は図1（b）に示す形状で、前記酸化マグネシウム板の片側表面にダイシングの方法で、巾0.085mm、深さ0.085の溝を0.050mmの間隔をもって、200本平行に形成した。また溝11の形成にあたっては、従来からのダンシングや、レーザー加工等のいずれの方法でもよく、必要とする溝11の形状に合わせ任意な方法を選ぶことができる。前記のような基材1としての溝形成酸化マグネシウム板を複数枚用意した。

#### 【0034】

(2) 前記溝に圧電粉体とバインダーとを含むペーストを塗布形成する工程  
前記溝 11 に圧電粉体とバインダーとを含むペーストを塗布する工程として、圧電粉体とバインダー、および溶剤とからなるペーストを、基材 1 上の溝 11 に塗布し、溝 11 内部に十分行き渡らせた後、溝 11 以外の部分の余分なペースト 2 を除去した。その結果、図 2 (a) の斜視模式図および (b) 断面模式図に示したように溝 11 内部のみにペースト 2 が塗布された基材 1 を得た。なお特に限定されるものではないが、ペースト 2 としては、従来からの厚膜材料の技術を用いることができる。一例として、PZT (チタン酸ジルコン酸鉛) 等の圧電粉体 40 g に、バインダーとしてのエチルセルロース 45 cP (関東化学社製、鹿 1 級試薬) を 6 wt % 含む  $\alpha$ -テルピネオール (和光純薬工業製試薬) 溶液 10 cc を加え、3 本ロールミルで混練したペーストを用いることができる。引き続き前記基材 1 としての溝形成酸化マグネシウム板の溝を形成した表面に、前記ペースト 2 としての PZT ペーストを塗布し、ゴムスキージで刷り込み溝内部に PZT ペーストを充填させると同時に溝以外の部分の余分な PZT ペーストを除去した。また溝 11 内部にペーストを十分行きわたらせる方法として、溝 11 上にペーストを塗布した後、減圧を行ったり、超音波による振動を与えることで、かみ込まれた気泡を除去することが好ましい。

## 【0035】

## (3) 塗布膜を乾燥させる工程

塗布膜を乾燥させる工程として、基材 1 中の溝 11 内部に形成されたペースト 2 から溶剤成分を乾燥させ除去する。溶剤を乾燥させる方法としては、自然乾燥や熱風乾燥等、任意な方法を採用することができる。また処理量にあわせ、バッチ式、連続式等のいずれの方法でもよい。本実施例では、熱風循環バッチ式乾燥機の中で、100℃、5 分間乾燥させることで、PZT ペースト中の溶剤成分を除去した。

## 【0036】

前記 PZT ペーストを溝内部に形成する工程 (2) および塗布膜を乾燥させる工程 (3) を 5 回繰り返して行うことで、溝部分の 90 体積%以上に圧電粉体とバインダーとから成る塗布膜 21 を形成した。

## 【 0 0 3 7 】

以上の操作により、図 2 の模式図に示したような、溝内部のみに圧電粉体とバインダーとから成る塗布膜 2 1 を担持した基材 1 としての溝形成酸化マグネシウム板を得た。

## 【 0 0 3 8 】

(4) 乾燥後塗布膜を担持した基材を加熱し、塗布膜からバインダーを除去する工程

乾燥後塗布膜を担持した基材を加熱し、塗布膜からバインダーを除去する工程として、乾燥させ、溶剤を除去した塗布膜 2 1 をさらに加熱し、塗布膜 2 1 からバインダーを除去した。なお、このバインダー除去の工程は、塗布膜 2 1 に含まれる有機バインダーを燃焼もしくは、熱分解により除去するものであって、その目的を達成できれば、工程の温度、時間およびガス雰囲気等はいかなる条件でもかまわない。前記溝中に塗布膜 2 1 を担持した基材 1 としての溝形成酸化マグネシウム板を大気中 4 0 0 ℃で 2 時間熱処理することで、塗布膜 2 1 中からバインダーを燃焼除去した。

## 【 0 0 3 9 】

(5) 加熱して圧電粉体を焼結させ細線状焼結体を得る工程

引き続き、1 2 5 0 ℃まで 1 2 . 5 時間かけて昇温し、その後 1 2 5 0 ℃で 2 時間加熱することで圧電粉体を焼結させ、基材 1 上に細線状焼結体 3 を得た。乾燥し、バインダーが除去されたペースト 2 は、基材 1 に形成された溝 1 1 内部で焼結され、細線状焼結体 3 となった。得られる細線状焼結体 3 は、基材 1 に形成された溝 1 1 に拘束され配置された状態で焼結される。その結果、図 3 (a) の斜視模式図および (b) 断面模式図に示したように、基材 1 に形成した溝 1 1 の間隔に依存した間隔をもって基材 1 上に配置された複数の細線状焼結体 3 を得ることができた。本実施例では、巾および高さがともに 0 . 0 6 5 m m、長さ 3 0 m m の形状をもった細線状焼結体が基材 1 上に 2 0 0 本得られた。また、細散状焼結体 3 は原料ペーストから平均約 6 5 % の体積に減少していた。なお、上記 (1) から (5) の工程は一括して行っても構わない。

## 【 0 0 4 0 】

(6) 前記基材に担持された前記細線状焼結体に樹脂層を接着させる工程

さらに、図4(a)の斜視模式図および(b)断面模式図に示したように、基材1に形成された溝11の間隔と同様な間隔をもって前記基材1に担持された複数の前記細線状焼結体3に上部から樹脂層4を接着させた。より具体的には、基材1に形成された溝11の間隔に依存した間隔をもって前記基材1に担持された200本の前記細線状焼結体3の上部から、樹脂層4としての30mm角、厚み0.12mmの形状をもつ半硬化状態(Bステージ)のエポキシ樹脂シートを被せ、120℃で加熱しながら、 $10\text{ kg/cm}^2$ の圧力を10分かけることで細線状焼結体に樹脂層としてのエポキシ樹脂シートを接着させた。

#### 【0041】

(7) 前記基材から、樹脂層を剥離し、前記細線状焼結体を担持した単位複合シートを得る工程

前記基材1から樹脂層4を剥離することで、前記細線状焼結体3を樹脂層4の表面上に転写させた。その結果、複数の細線状焼結体3は、基材1に形成された溝11の間隔に依存した間隔をもって樹脂層4上に配置された複数の細線状焼結体3を含む単位複合シート5を得ることができた、得られた単位複合シート5の寸法は、横(細線状焼結体3の配列方向)30mm、縦30mm、横30mm中の約27mmの範囲に細線状焼結体3が200本、約0.07mmの間隔をもって転写、配置されていた。また個々の細線状焼結体3の大きさは、平均厚さが0.065mm、空気に露出している部分の中が平均0.065mm、長さは30mmであった。

#### 【0042】

以上の工程より図5(a)の斜視模式図および(b)断面模式図に示したような、基材1上に形成された溝11と同様な間隔をもって樹脂層4上に配置された複数の細線状焼結体3を含む単位複合シート5を得ることができた。

#### 【0043】

(8) 複数枚の前記単位複合シートを積層する工程

図6(a)の斜視模式図および(b)断面模式図に示したように、合計200枚の前記単位複合シート5を積層した。



## 【0044】

(9) 積層した複数枚の前記単位複合シートを一体化させる工程

積層した合計200枚の前記単位複合シート5を一体化させ、図7(a)の斜視模式図および(b)断面模式図に示したような複合圧電体6を得た。一体化させる方法としては、従来技術であるプレス技術、熱プレス技術、さらには接着技術等の任意の方法を選択できる。本実施例では熱プレスにより一体化させた。具体的には、前記の200枚の単位複合シートから成る積層体の積層方向に120℃で加熱しながら、10kg/cm<sup>2</sup>の圧力かけて10分保持し、さらに10分かけ150℃に昇温し60分保持した。

## 【0045】

このようにして得られた複合圧電体6の横(細線状焼結体3の配列方向)32mm、縦(積層した方向)27mm、厚さ(細線状焼結体の長手方向)30mmであった。すなわち、この複合圧電体6中の中心部分の板(横27mm×縦27mm×厚み30mm)の部分は、約0.065mm角の断面をもつ細線状焼結体3が40,000本、エポキシ樹脂を介して均一に配置されていた。この複合圧電体6を所望の厚さに調整することができる。また前述複合圧電体6の厚み方向にスライスし、任意の厚みの複数個の複合圧電体に分割することができる。

## 【0046】

本発明の製造方法は、任意形状の細線状焼結体3を樹脂層4上に、任意な数および位置に配置した単位複合シート5を複数枚一体化させることで複合圧電体6を得ることができる。

## 【0047】

焼結される細線状焼結体3の径および長さの形状は、基材1に形成した溝11も形状によって決まる。溝11を求める細線状焼結体の径、長さおよび数にあわせ任意の深さ、長さおよび数をもって基材1上に形成しておけば、任意の形状および数の細線状焼結体3を得ることができる。

## 【0048】

さらに本発明の製造方法では、溝11の間隔を図7(a)(b)に示したような求める複合圧電体6中の細線状焼結体3の横方向の間隔にあわせて形成する。

このように溝 1 1 を形成しておけば、任意な形状を持つ細線状焼結体 3 を、任意のピッチで配置した状態で基材 1 上に形成できる。基材 1 および基材 1 上所望形状の溝 1 1 の形成にあたっては、圧電材料を直接加工する従来法に比較して、基材材料の選択巾が広く、さらには従来の機械加工の技術を用いることができ、微細な加工も容易である。また、従来の圧電材料を直接加工する方法では、細線状焼結体の長さ方向分だけ加工する必要があるのに対し、本発明で形成する溝 1 1 の深さは、細線状焼結体の径にあわせ、比較的浅い溝でよく、加工が容易である。

## 【 0 0 4 9 】

さらに本発明の製造方法では、これら複数個の細線状焼結体 3 を樹脂層 4 表面上に接着転写させ、単位複合シート 5 とする。本発明によれば、任意の形状、数および位置をもった複数本の細線状焼結体 3 を樹脂層 4 の表面上に容易に形成することができる。単位複合シート 5 上細線状焼結体 3 は樹脂層 4 によってその位置が拘束されるので、その後の積層一体化において配置した位置が変わることがない。さらに図 7 における複合圧電体 6 中の細線状焼結体 3 の縦方向の間隔は、単位複合シート 5 中の樹脂層 4 の厚みで決定される。すなわち、樹脂層 4 の厚みを調整することで細線状焼結体 3 の縦方向の間隔も任意に調整することが可能である。

## 【 0 0 5 0 】

さらにこれら細線状焼結体 3 を担持した単位複合シート 5 を必要数積層一体化し複合圧電体を得る。

## 【 0 0 5 1 】

以上の構成による本発明を用いれば、従来の技術ではその形成が困難であった極めて微細な細線状焼結体を容易に製造でき、さらに微細がゆえに取り扱いが困難であった細線状焼結体を最終製品である複合圧電体 6 中の任意の如何なる位置へも容易に配置することが可能となる。

## 【 0 0 5 2 】

また製造には機械加工、厚膜焼成技術等の従来から技術を用いることができ、方法が容易である。またエッチングの方法を用いた製造方法に比較して短時間で

製造することが可能であり、高価な設備も必要としない。

【0053】

さらに微細な焼結体の形成には、繰り返し使用が可能な基材を用いることで、従来技術のように型を消失させるといった材料面での無駄がない。

【0054】

以上述べた構成、効果により本発明による製造方法を用いれば、微細な構造を持つ複合圧電体を低いコスト実現することが可能となる。

【0055】

(実施の形態2)

本発明による実施の形態2による製造方法は、前述の実施の形態1における製造方法における(a)複数の溝を具備した基材を準備する工程に引き続いて、図8の断面模式図に示したように基材1の表面上に形成した溝11の表面の少なくとも一部に保護層7を形成する工程を行い、以下実施の形態1と同様な工程を順次行うものである。

【0056】

本発明の実施の形態2による製造方法によれば、実施の形態1で述べた構成、効果作用に加え、保護層7を設けたことにより、細線状焼結体を熱処理により得る際に、圧電材料が基材1に著しく拡散することを防止でき、製造歩留まりが向上する。その結果、複合圧電体としての製造コストをさらに下げることが可能となる。

【0057】

保護層7としては、後の焼成工程において加わる熱に対して安定であって、得られる圧電材料から成る細線状焼結体に対し拡散しにくい保護層が適している。さらに保護層が細線状焼結体と若干、反応性を有するものを選べば、基材1上の溝11による細線状焼結体3の拘束性が増し、後の工程を行うことを目的とする運搬が容易になる効果がある。特に限定されるものではないが、保護層7としては、無機物皮膜や無機物酸化皮膜が適している。より具体的には、酸化マグネシウム、ジルコニア、アルミナ等のセラミック材料やシリコン材料、およびこれらの複合材料が好ましい。さらにこれら保護層の形成する方法としては、粉体焼結

による方法やCVD法、さらには電子ビームによる蒸着法等の従来の技術を用いることができる。

## 【0058】

なお、本製造法によって表面に保護層7を形成した溝11を有する基材1は、複合圧電体の製造にあたり、繰り返して利用することができるので、製造コストが高くなることは避けられる。

## 【0059】

## (実施の形態3)

本発明による実施の形態3による製造方法は、前述の実施の形態1における製造方法における(a)複数の溝を具備した基材を準備する工程に引き続いて、図9の断面模式図に示したように基材1上の溝11以外の表面の少なくとも一部に剥離層8を形成する工程を行い、以下実施の形態1と同様な工程を順次行うものである。

## 【0060】

本発明の実施の形態3による製造方法によれば、実施の形態1で述べた構成、効果作用に加え、さらに剥離層8を溝11以外の基材1表面の少なくとも一部に設けたことにより、後の基材から樹脂層を剥離して細線状焼結体を担持した単位複合シートを得る工程において、基材1からの細線状焼結体3の剥離が容易にすることができ、製造歩留まりが向上する。その結果、複合圧電体としての製造コストをさらに下げることが可能となる。

## 【0061】

剥離層8としては、例えば図9(b)に示したように表面の物理的形状を変化させ、剥離層とすることができる。より具体的には表面を疎面化して、樹脂層との物理的接触面積を小さくすることで、樹脂層の基材からの剥離性を向上させることが可能となる。

## 【0062】

特に限定されるものではないが、例えばサンドブラスト法や研磨等で表面を物理的に疎面化する方法やエッチング等の化学的手法によって疎面化することが好ましい。

## 【0063】

なお、本製造法によって表面に剥離層 8 を形成した基材 1 は、複合圧電体の製造にあたり、繰り返して利用することができるので、製造コストが高くなることは避けられる。

## 【0064】

## (実施の形態 4)

本発明による実施の形態 4 による製造方法は、前述の実施の形態 1 ないしは実施の形態 3 のいずれかに記載の製造方法における基材に担持された細線状焼結体に樹脂層を接着させる工程において、前記樹脂層が樹脂シートであることとした製造方法である。

## 【0065】

本発明の実施の形態 4 による製造方法によれば、実施の形態 1 ないしは実施の形態 3 のいずれかで述べた構成、効果作用に加え、樹脂層を樹脂シートとしたことで、図 7 における複合圧電体 6 中、細線状焼結体 3 の縦方向間隔の精度を向上させることができる。複合圧電体 6 中の細線状焼結体 3 の縦方向間隔は、単位複合シート 5 中の樹脂層 4 の厚みで決定される。すなわち、樹脂層 4 として所望の厚みに調整した樹脂シートを用いることで、細線状焼結体 3 の縦方向の間隔も任意に調整することが可能となる。樹脂シートとしては、有機物から構成される樹脂シートな何を用いても構わない。細線状焼結体との接着性や単位複合シートを積層し一体化させる際の相互接着性、およびそれら工程の作業条件に合わせ選択される。特に限定するものではないが、例えばエポキシ樹脂やポリイミド樹脂を主成分とする接着シートが入手の容易さ、作業性の良さ等からより好ましい。

## 【0066】

## (実施の形態 5)

本発明による実施の形態 4 による製造方法は、前述の実施の形態 1 ないしは実施の形態 3 のいずれかに記載の製造方法における基材に担持された細線状焼結体に樹脂層を接着させる工程において、前記樹脂層が樹脂材料を塗布することで形成された樹脂塗布層を用いる製造方法である。

## 【0067】

本発明の実施の形態 5 よる製造方法によれば、実施の形態 1 ないしは実施の形態 3 のいずれかで述べた構成、効果作用に加え、前記樹脂層を、樹脂材料を塗布することで形成された樹脂塗布層としたことで、細線状焼結体との樹脂層との接着性を向上させることができる。接着性を向上させると後に剥離する際、歩留まりが向上し、結果として製造コストを低く抑えることが可能となる。

## 【 0 0 6 8 】

図 3 に示したように細線状焼結体 3 は、溝 1 1 に形成した塗布膜 2 1 が焼成時に収縮する結果、若干に埋没して担持されている。そこで樹脂層を接着させる際に樹脂層を樹脂材料を塗布することで形成した樹脂塗布層とする、すなわちより具体的には流動性の状態で塗布し、乾燥することで樹脂層とすれば、形成される樹脂塗布層と細線状焼結体との接着面積が大きくなり、結果として相互の接着性を向上させることができる。

## 【 0 0 6 9 】

樹脂塗布層は、有機物と溶剤等から構成される樹脂接着塗料を乾燥もしくは硬化させることで形成できる。例えば高分子樹脂を含む樹脂接着塗料等を用いることができる。細線状焼結体との接着性や単位複合シートを積層し一体化させる際の相互接着性、およびそれら工程の作業条件に合わせ選択される。特に限定するものではないが、例えばエポキシ樹脂やポリイミド樹脂を含む市販の樹脂接着塗料が入手の容易さ、作業性の良さ等からより好ましい。

## 【 0 0 7 0 】

## (実施の形態 6)

本発明による実施の形態 6 による製造方法は、前述の実施の形態 1 ないしは実施の形態 4 のいずれかに記載の製造方法における前記細線状焼結体に樹脂層を接着させる工程において、前記樹脂層として用いる前記樹脂シートの表面の少なくとも一部に接着層を形成した製造方法である。

## 【 0 0 7 1 】

本発明の実施の形態 6 による製造方法によれば、実施の形態 1 ないしは実施の形態 4 のいずれかで述べた構成、効果作用に加え、図 1 0 に示した断面模式図のように樹脂層 4 に接着層 9 を形成したことにより、細線状焼結体 3 との接着性が

向上し、基材より樹脂層を剥離し単位複合シートを得る工程において歩留まりが向上する。しいては最終的に得られる複合圧電体の製造コストを低く抑えることができる。

#### 【 0 0 7 2 】

##### （実施の形態 7）

本発明による実施の形態 7 による製造方法は、前述の実施の形態 1 ないしは実施の形態 6 のいずれかに記載の製造方法における単位複合シートを積層する工程の前に、前記単位複合シート中の樹脂層の少なくとも一部に接着層を形成する工程を含む製造方法である。

#### 【 0 0 7 3 】

本発明の実施の形態 7 による製造方法によれば、実施の形態 1 ないしは実施の形態 6 のいずれかで述べた構成、効果作用に加え、図 1 1 に示した断面模式図のように単位複合シート 5 に接着層 9 を形成したことにより、単位複合シートを積層し一体化させる工程が容易になる。

#### 【 0 0 7 4 】

なお図 1 1 では接着層 9 を単位複合シートの片面に形成した例を示したが、両面でも構わない、また接着する部分の全面に形成してもよいが一部分でも構わない。

#### 【 0 0 7 5 】

##### （実施の形態 8）

本発明による実施の形態 8 による製造方法は、前記の実施の形態 1 ないしは実施の形態 7 のいずれかに記載の製造方法における複数枚の前記単位複合シートを一体化させる工程において、一体化させる方法が熱圧着による方法である例である。

#### 【 0 0 7 6 】

本発明の実施の形態 8 による製造方法によれば、実施の形態 1 ないしは実施の形態 7 のいずれかで述べた構成、効果作用に加え、一体化させる際、単位複合シート中の樹脂層が加熱により流動性を持ち、さらに圧力が加わることで一体化の効果がより確実なものとなる。よって得られる複合圧電体の信頼性が向上する。

## 【 0 0 7 7 】

## (実施の形態 9)

本発明による実施の形態 9 による製造方法は、前述の実施の形態 1 ないしは実施の形態 7 のいずれかに記載の製造方法における複数枚の前記単位複合シートを一体化させる工程において、一体化させる方法が、個々の単位複合シート間に樹脂を含浸させ硬化させる例である。

## 【 0 0 7 8 】

本発明の実施の形態 9 による製造方法によれば、実施の形態 1 ないしは実施の形態 7 のいずれかで述べた構成、効果作用に加え、一体化させる際、個々単位複合シートの間に樹脂を含浸させることにより、積層において空間が生じた場合、前記空間に樹脂が含浸することにより、一体化の効果がより確実なものとなる。よって得られる複合圧電体の信頼性が向上する。

## 【 0 0 7 9 】

また複数の単位複合シートを積層、一体化する際圧力を極力加えずに含浸させた樹脂の硬化によって一体化させる方法を採用すれば、微細な細線状焼結体が加圧により壊れることが避けられるので製造歩留まりを向上させることが可能となる。

## 【 0 0 8 0 】

含浸させる樹脂は、乾燥や加熱により硬化する樹脂材料等、いずれでも構わない。有機物と溶剤等から構成される樹脂接着塗料や接着剤等を用いることができる。細線状焼結体との接着性や単位複合シートを積層し一体化させる際の相互接着性、およびそれら工程の作業条件に合わせ選択される。特に限定するものではないが、例えばエポキシ樹脂やポリイミド樹脂を含む市販の樹脂接着材が入手の容易さ、作業性の良さ等からより好ましい。

## 【 0 0 8 1 】

以上説明した実施の形態 1 ～ 9 のいずれかで説明した製造方法によって製造された複合圧電体は、超音波診断装置用超音波探触子に適用できる。本発明による超音波診断装置用超音波探触子は、物理的精度および信頼性が高くかつ安価な複合圧電体を用いた結果、探触子として高性能かつ安価なものとすることができる。



## 【 0 0 8 2 】

## 【発明の効果】

以上のように本発明によれば、微細な構造をもつ焼結体およびそれを用いた複合圧電体の製造が可能となる。また本発明による製造方法によれば、物理的精度および信頼性が高くかつ安価な複合圧電体を得ることができる。またエッチングの方法を用いた従来の製造方法に比較して短時間で製造することが可能であり、高価な設備も必要としない。さらに微細な焼結体の形成には、繰り返し使用が可能な基材を用いることで、従来技術のように型を消失させるといった材料面での無駄がない。

## 【 0 0 8 3 】

以上述べたとおり本発明によれば、微細な構造を持つ信頼性の高い複合圧電体を低いコストで提供すること、及びこの複合圧電体を用いた高性能かつ安価な超音波診断装置用超音波探触子を提供することが可能となる。

## 【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施例における複数の溝を具備した基材を準備する工程を示す (a) 斜視模式図および (b) 断面模式図。

【図 2】 前記溝に圧電粉体とバインダーとを含むペーストを塗布形成する工程を示す (a) 斜視模式図および (b) 断面模式図。

【図 3】 本発明の一実施例における加熱して圧電粉体を焼結させ細線状焼結体を得る工程を示す (a) 斜視模式図および (b) 断面模式図。

【図 4】 本発明の一実施例における基材に担持された前記細線状焼結体に樹脂層を接着させる工程を示す (a) 斜視模式図および (b) 断面模式図。

【図 5】 本発明の一実施例における細線状焼結体を担持した単位複合シートを得る工程を示す (a) 斜視模式図および (b) 断面模式図。

【図 6】 本発明の一実施例における単位複合シートを積層する工程を示す (a) 斜視模式図および (b) 断面模式図。

【図 7】 本発明の一実施例における積層した複数枚の前記単位複合シートを一体化させる工程を示す (a) 斜視模式図および (b) 断面模式図。

【図 8】 本発明の一実施例において用いる基材を示す断面模式図。

【図 9】本発明の一実施例において用いる基材を示す断面模式図。

【図 1 0】本発明の一実施例における表面に接着層を有する樹脂層を示す（a）斜視模式図および（b）断面模式図。

【図 1 1】本発明の一実施例における単位複合シートを示す断面模式図。

【図 1 2】従来の 1 - 3 型複合圧電体を説明する斜視模式図。

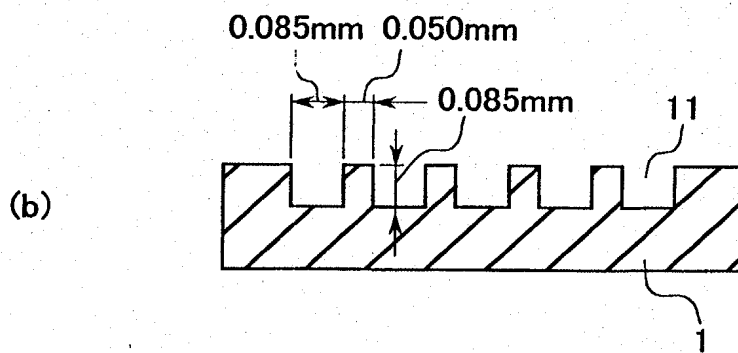
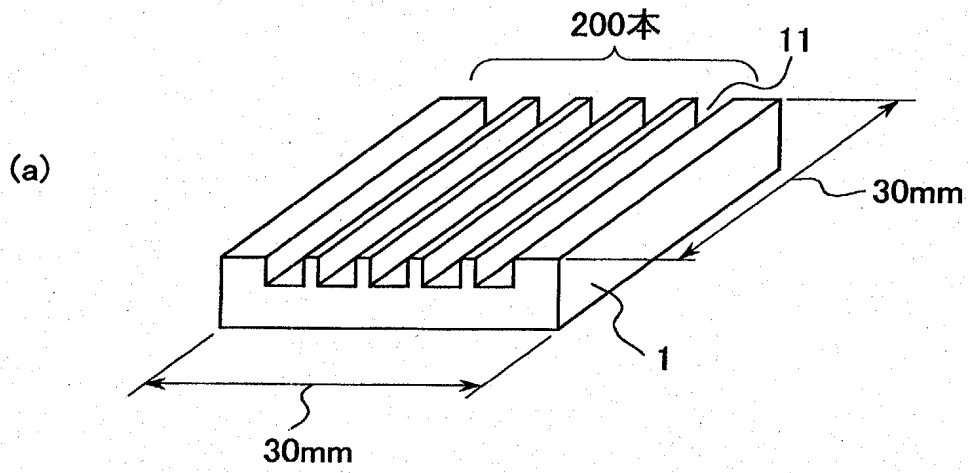
【符号の説明】

- 1     基材
- 3     細線状焼結体
- 4     樹脂層
- 5     複合シート
- 6     複合圧電体
- 7     保護層
- 8     剥離層
- 9     接着層
- 1 1   溝
- 2 1   塗布膜
- 3 1   圧電セラミックス
- 4 1   有機高分子のマトリクス

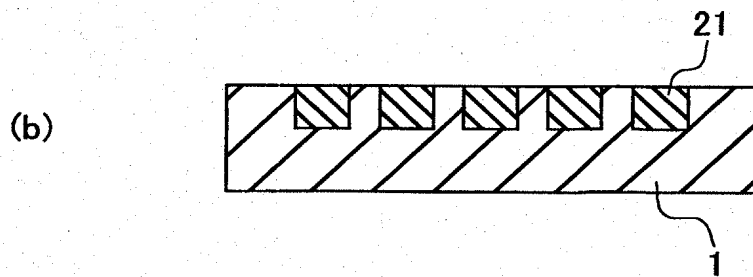
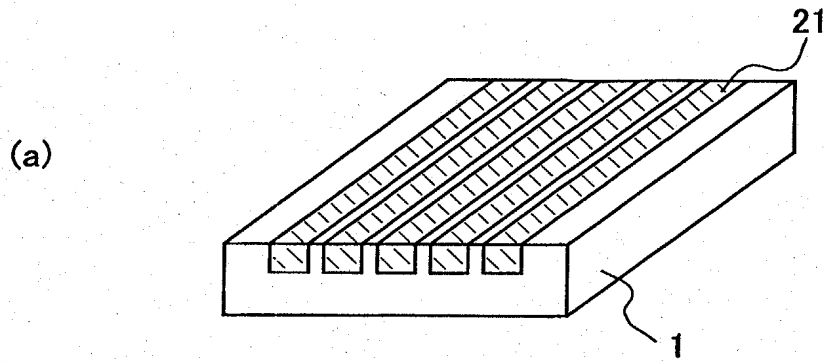
【書類名】

図面

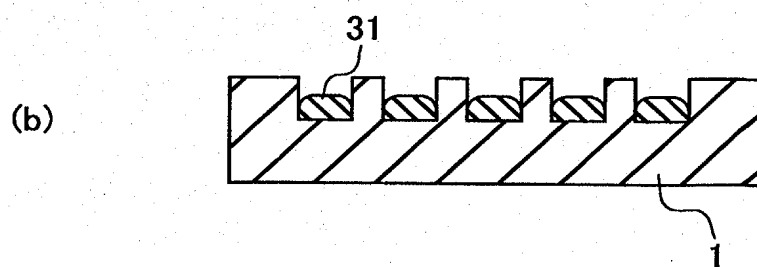
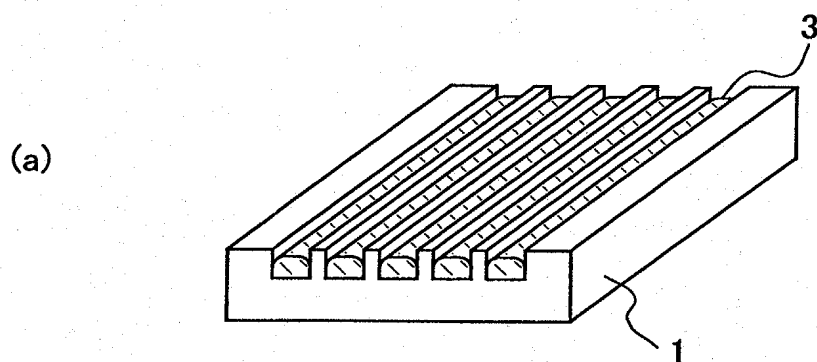
【図1】



【図 2】

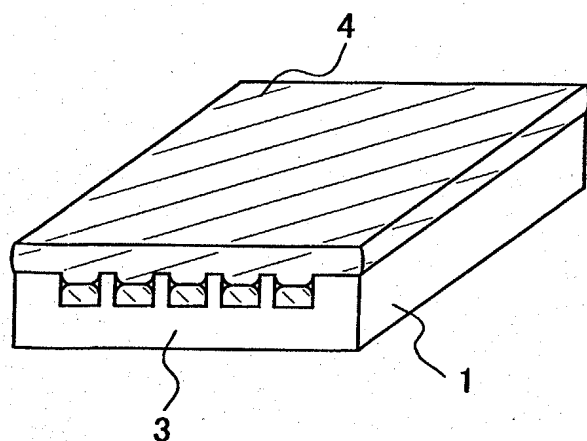


【図 3】

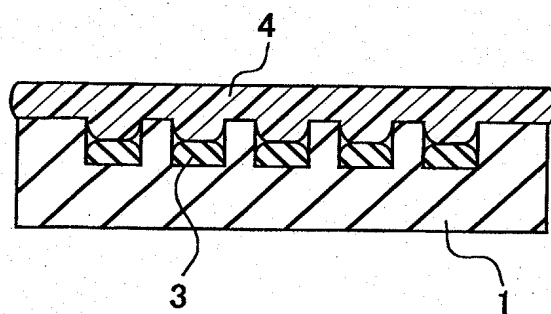


【図4】

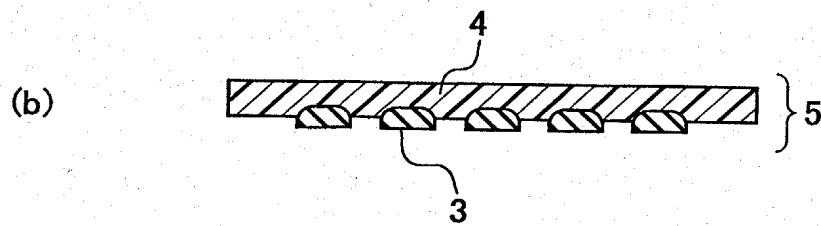
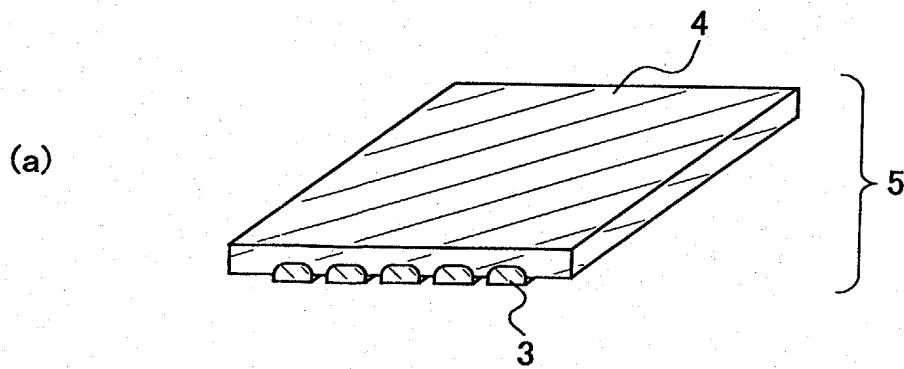
(a)



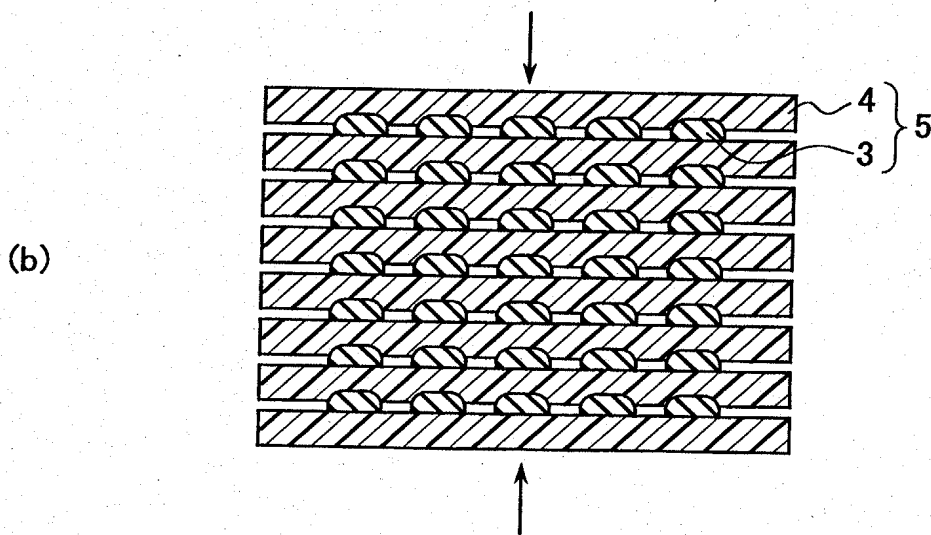
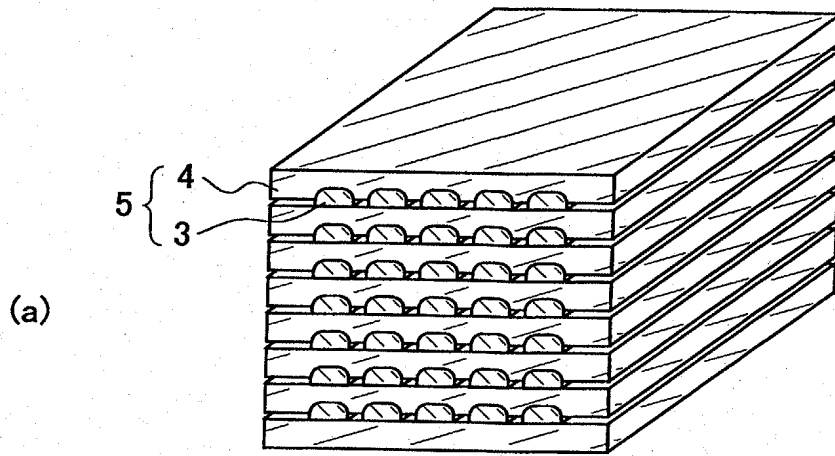
(b)



【図5】

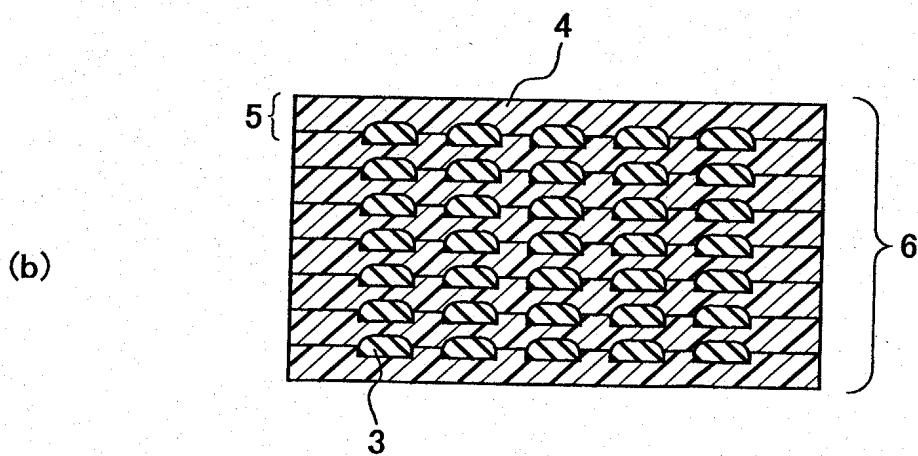
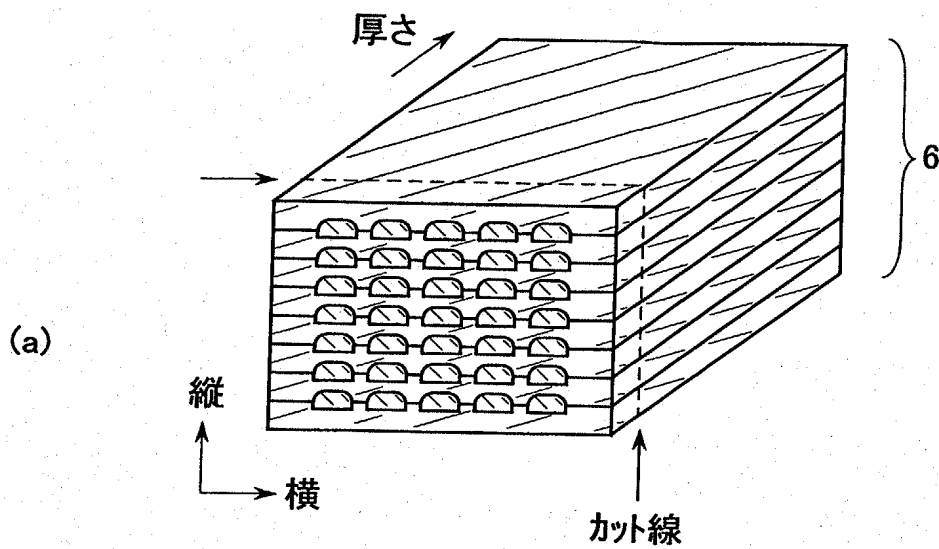


【図 6】

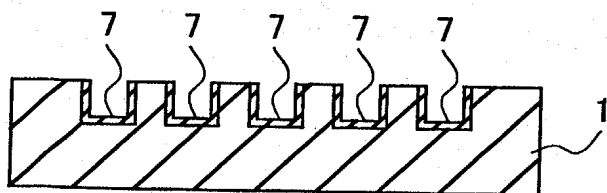




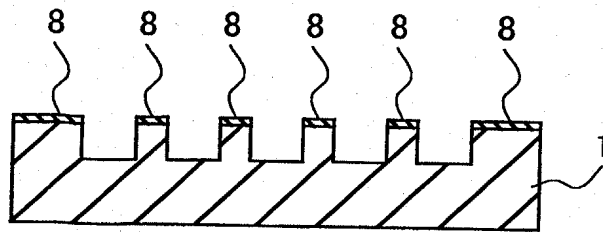
【図 7】



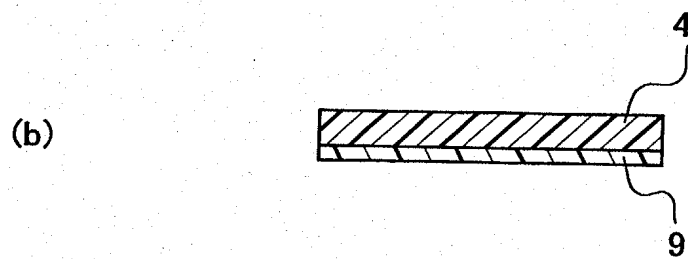
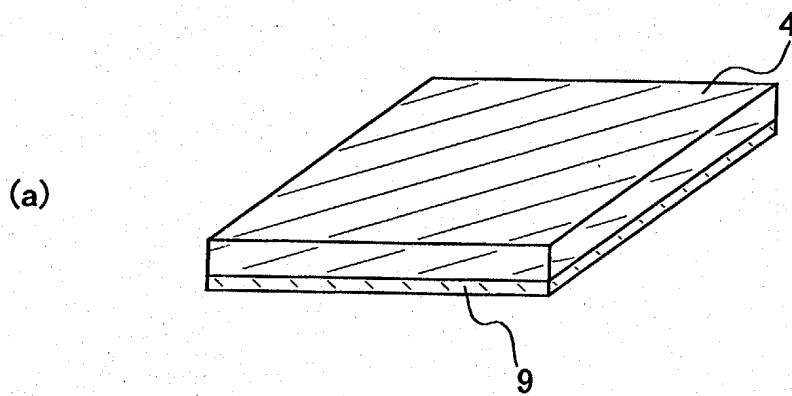
【図 8】



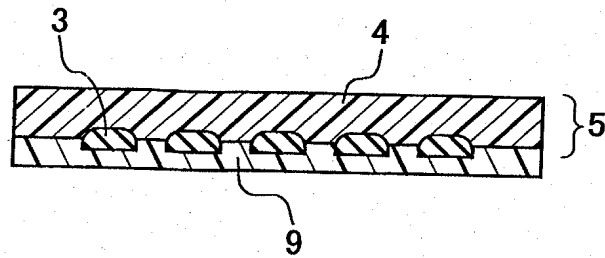
【図9】



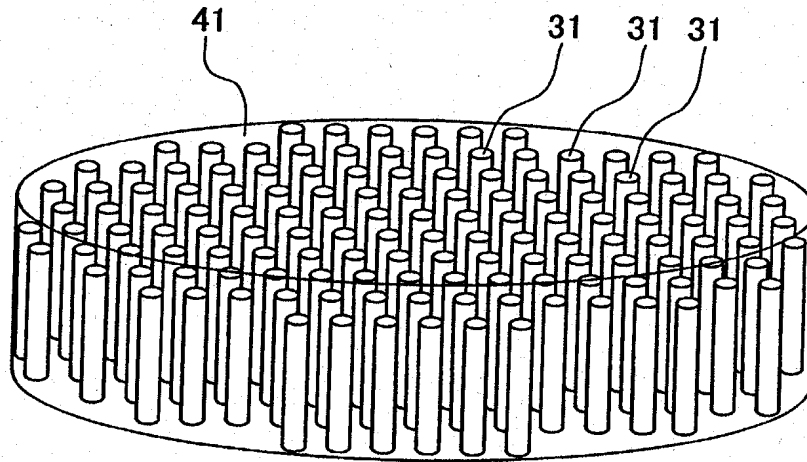
【図10】



【図 1 1】



【図 1 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 微細な構造を持つ信頼性の高い複合圧電体を低いコストで提供すること、及びこの複合圧電体を用いた高性能かつ安価な超音波診断装置用超音波探触子を提供する。

【解決手段】 樹脂層 4 の一表面に細線状焼結圧電体 3 が複数本一定の方向に配列した複合シート 5 を形成し、各細線状焼結圧電体 3 が樹脂層 4 の間になるように複数枚積層しかつ一体化し、前記細線状焼結圧電体 3 の長さ方向と直行する方向に切断して複合圧電体 6 を得る。切断面は研磨してもよい。

【選択図】 図 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府門真市大字門真1006番地  
氏 名 松下電器産業株式会社